

增壓直接給水設備適用性之探討

朱健行* 陳佳榆** 林碧亮***

摘要

大臺北都會區之公共給水，因供水面積相當遼闊，目前平均管網供水壓力約維持在 $1.5\text{kg}/\text{cm}^2$ 。供水區內除了 1 樓採直接供水(輸配水管的自來水藉水頭直接送達水龍頭)外，二樓以上採用間接用水，用戶大抵設有地上式或地下式水池及屋頂水塔，以確保給水穩定充足。經多年之觀察，用戶往往因忽視清洗水池水塔之重要性，導致自來水可能遭受外來之污染，或是採用馬達直接抽水，萬一停水可能造成負壓吸入污水，嚴重影響水質。

十多年前鄰國日本面臨此類問題時，採用集結共同研究的方式改善此問題，並派員到歐美考察新式給水方式之改進，從受水池或屋頂水塔給水方式逐年漸進改為直接給水方式，當然在許多技術上之問題仍需克服，但其所曾面臨之困境及突破之技術足以為我們借境，也值得我們努力改進。臺北地區若採用增壓直接給水，亟需對給水方式作一番分析與檢討，並研究適合用戶使用之用水設備改善之方法，以確保供水穩定及高品質之用水。

本論文對各種給水方式做一探究比較，並研析增壓直接給水之優缺點，以提供自來水各界參酌與比較。

第一章 前言

自來水給水方式有許多種類型：直壓直接給水方式、受水池間接給水方式、增壓直接給水及複合式，其給水方式、給水高程、所需供給之水量，提供不同使用用途，且各種維護管理方面之考慮須慎重決定，才可確保適宜之水質水量。

* 臺北自來水事業處供水科監控中心工程員

** 明新科技大學土木系研究助理

*** 明新科技大學土木系助理教授

在大台北都會區中，目前除一樓用戶採直接給水方式，其它用戶大抵採用受水池方式，在 91 年限水抗旱措施中，不良受水池受到污染，而增壓直接給水方式，及直壓直接給水方式尚在初步研究中，歐美各國及日本等之成功經驗可作為參考；吾人可深入研究後，再選擇適合國情之彈性給水方式，訂定法規規範，採用分年分區逐年推廣方式，使居民與用戶能有質優量豐水壓充足之自來水可以飲用，並可有效利用配水管中之動水壓，除了減少不必要之能源耗費，對國家經濟可謂一良好之政策，並可增加建築空間，可謂一舉數得。

如果推廣增壓直接給水方式，將其優點及缺點，讓用戶真正知道水質不受污染能夠直接生飲之優點，並提供廠商增壓直接給水正確規範，產品認證及維護規定。本篇研究分析國內現在與未來用水設備之環境，將國外各種現行給水方式做一詳細比較，以了解各種給水方式之優缺點，並逐步建立共識，尋求未來發展用水設備之可行模式，並作為修訂現行用水設備規範之依據。

第二章 文獻回顧

日本的水道從歷史來看，與歐美不同，是以低層建築物為主流；在 1985 年將水道法施行令一部份改正，簡易專用水道受水池之適用基準從超過 20m^3 降低為超過 10m^3 ，將受水池管理得更嚴格限制，但儘管一連串之決策，受水池之衛生管理問題仍明顯不佳，尤其是 10m^3 以下小規模受水池，民眾忽視對水池之衛生清潔之重要性，因此自來水水質更趨惡化；基於 1985 年建築基準法之一部份改正，標準防火地區是考慮以木造三層樓建築物之可能性，因此直接給水範圍擴大之機率提高；都市方面，從 1988 年 7 月開始檢討採納直到三層樓建築物直接給水，此結果在相關限制條件提出後，從 1988 年 7 月開始正式向三層房屋直接給水。其主要原因是日本各都、道、府等之平均水壓皆較本處為高 ($2.5\sim 3.5\text{Kg}/\text{cm}^2$)、但是東京都水道局基本目標之一，是以「供給安全可口水」為政策推進之方式，並擴大直接給水範圍，因此有關小規模受水池衛生之問題，根本上解決水池水塔存廢問題是非常必要的。由於水池、水塔之清洗問題及定期保養皆無法有效進行，加上強震連連，維生用水觀念加強，因此下定決心推廣直接給水，並研究相關改善設備與措施。

1990 年度開始，將直接給水之範圍擴大誠屬技術上的重要課題，且經過實証實驗與調查，並特令東京水道局局長為「給水栓水質檢討委員會」委員長，將直接給水範圍擴大檢討，驗證直接給水可發揮其功能；根據此結果證明直接給水具安全性與可信度，從平成 1995 年 10 月起以水表口徑 50mm 直接送水到中高層建築為對象、導入省能源、省空間之增壓給水泵浦系統，正式引進「增壓直接給水方式」。其結果在 1996 年度末，幾乎所有地區三層樓建築物變更為直接給水之可能性大為提高，在都、道、

府、縣等之都市中高樓甚至十層樓建築物以上者，設置技術上已無問題，更增加推廣之信心與決心，其配合之逆止閥、電磁閥、增壓泵浦、減壓式逆止閥、控制裝置也皆須經過 ISO 認證，對民眾而言真正可確保飲用水安全。

美國之給水方式，大抵中、小規模建築物皆採直接增壓泵浦方式，大規模建築物或超高層建築物，則採自來水直接增壓泵浦或高置水槽方式，或此二種方式組合使用，且飲料水給水配管與其他配管不可直接接續，因為有可能錯接，必須防止逆流。3. 探討直接給水之可行性，以及其對於供水品質之關係，藉由歐美日等國成功之經驗作為參考等，其研究過程與研究方法，考慮選擇適合國情之給水方式。藉由研討增壓直接給水適用範圍對象，給水方式之設置、維護管理，並探討給水方式裝置及供水條件，以評估增壓直接給水普及化之成功率及直接給水與受水池間接給水、併用式優缺點比較與建議，以及建立配合措施有效因應。

第三章 增壓直接給水方式

自來水給水方式有多種類型：直壓直接給水方式、受水池間接給水方式、增壓直接給水及併用式；其給水方式、給水之高程、所需供給之水量、提供不同使用用途、各種維護管理方面之考慮皆需作慎重決定，才可確保水質水量最適化。如圖-1 以往與現今給水方式不同範例，而基本圖例如圖-2 所示。在適宜之規範內提供有效率之給水規格。

直接給水方式包括直壓直接給水方式、增壓直接給水方式、複合併用給水三種大抵如圖-3 所示，此三種方式無貯留機能，由於自來水可能有施工中斷或減水之情形發生，必須增加建築物之給水功能，因此有併用式之複合給水方式，提供缺點最少的給水方式，以供用戶選用是本處須努力且責無旁貸之職責。東京都之「增壓直接給水方式」係指：對建築物之給水管把增壓給水設備（由增壓泵浦、控制器、逆止防止用機器等構成）直接的加以連接，以便將淨水場生產出之潔淨水不經過受水池，直接輸入中高層建築物給水方式。

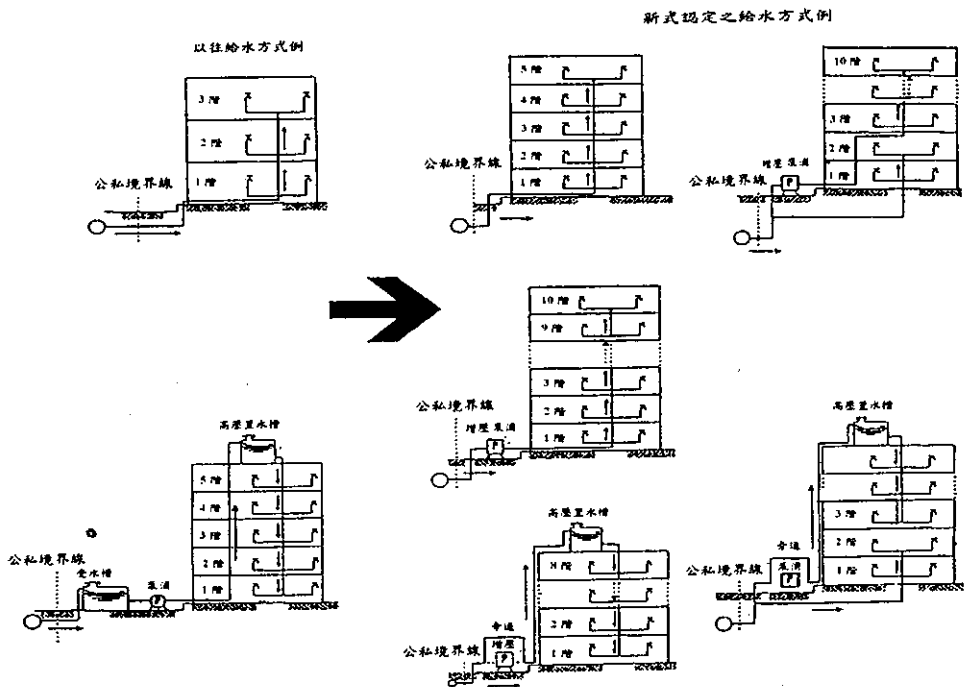


圖-1 以往與現今給水方式圖例

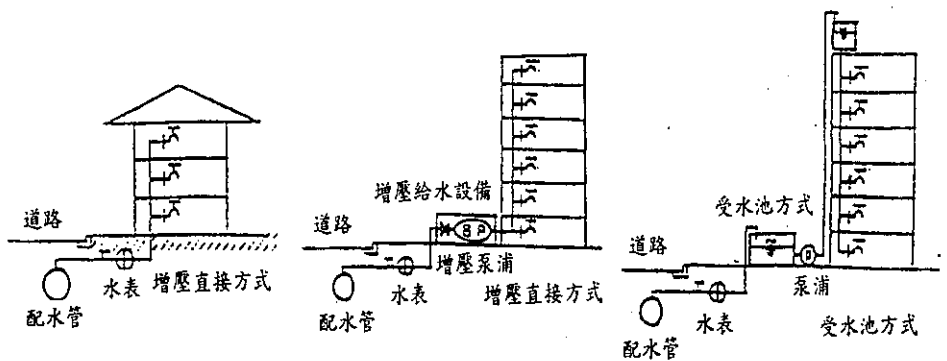


圖-2 三種給水方式概示圖

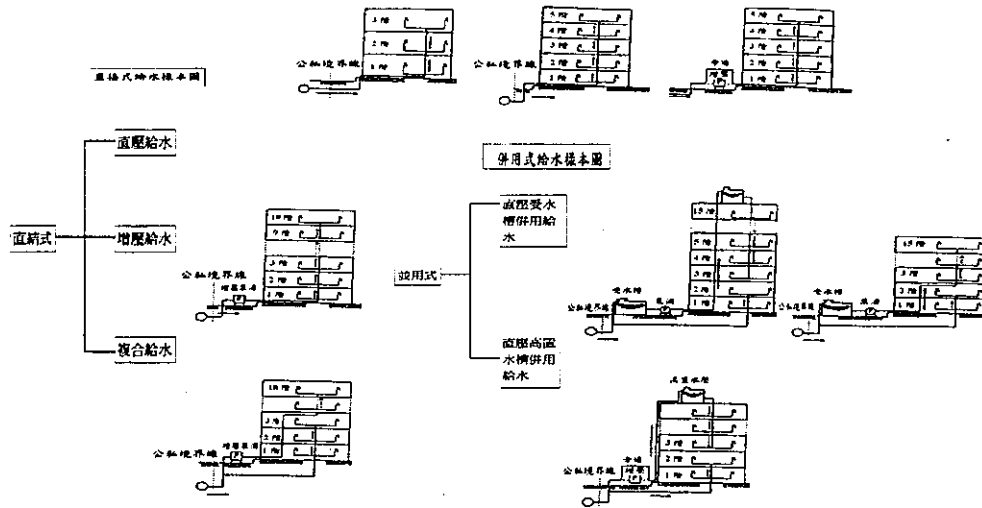


圖-3 各種直接給水之圖例

一. 直壓直接給水方式：

直壓直接方式是從淨水場或加壓站加壓後之自來水經輸配水管網系統，以配水壓直接送到用戶水龍頭，給水階層最高能到幾樓層，決定於配水壓力的大小，此種方式適用於配水壓力足夠且穩定之地區。

二. 增壓直接給水方式

增壓直接給水方式：給水管之給水過程中設置增壓給水設備，增加建築物之給水管水頭之給水方式。此方式，適用於直壓直接方式無法供應自來水給中高樓層時，應用增壓給水設備可增壓提昇自來水高至三、五樓或更高樓層之可能；此直壓與增壓兩種直接給水方式與受水池間接給水比較，可將配水水管之壓力有效活用，且可節省總體能源效果，除了不影響配水管水壓，而且因不需受水池，可以節省建築空間，並且省下水池清掃、二次污染等衛生問題，但其缺點是應變能力差，有缺水或無水之可能；但是若能整體考量設置戰備水池於公園、學校操場下且有效管理，使其不成為呆水，日本各先進都市幾乎每隔 2 公里設一給水所，提供緊急災害時即時維生使用，則可謂是優良給水方式。且日本建築物以低層建築為主流，自來水設施也因應低層建築物之給水方式，原來採用受水池間接給水方式，日本自 1988 年 7 月，開始三樓以下建築物皆採用直接給水方式。

三. 併用式

併用式包括直壓受水池併用給水方式與直壓高置水塔併用給水方式兩大類，除了有增壓泵浦揚水直達水龍頭之增壓直送方式外，若屋頂設有高置水池（水塔或不鏽鋼桶），則採用增壓泵浦可提供給水，再採用重力方式直到水龍頭，或於地面設置受水池以泵浦給水直至水龍頭，此兩類給水方式亦稱複合併用式。

四. 受水池間接給水方式

受水池給水方式，從配水管經接合管接出來之給水管，一但經過之水貯留在受水池，此種從受水池後再用一般泵浦加壓揚水之給水方式，亦有其優點。若住家或建築物地面有蓄水池時，此種方式是適用於當配水小管（75mm~100mm）的壓力常變動時，或平常一定要確保水壓、給水量時，則可調節水池使用水量之變動量，萬一設施需大量自來水供給之時，給水量充足之設施能迅速應變，受水池方式給水可提供建築物有效使用，但是除了較浪費建築空間，且受水池及水塔須確保衛生清潔，定期清洗。

五. 配水本管出水壓力

配水小管內，與建築物內之給水管水頭損失合計，若採用直到三樓或直到五樓直接給水，則可從配水本管出水之點計算出必要之有效水頭。例如建築物內損失水頭假設如圖-4 所設定。

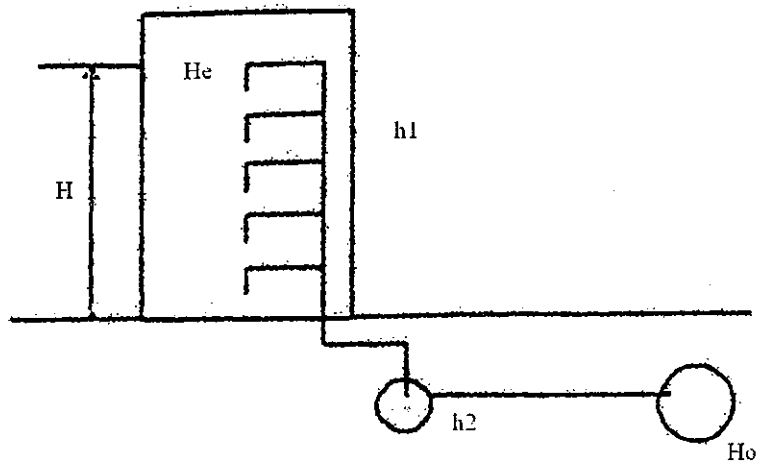


圖-4 配水管引出之點必要之有效水頭

表一 配水本管與各樓層之有效水頭

(單位：m)

	建物內損失水頭 (h1)	實揚程 (H)	動水壓 (He)	配水小管 損失水頭 (h2)	小計(Ho)	本管水頭 (Ho')
三階	5.7	9	5	6	25.7	26
四階	6.2	12	5	6	29.2	30
五階	6.6	15	5	6	32.6	33

其中，圖-4、表-1 之記號如下所示：

h1：建築物內之損失水頭，根據模式設定之案例。

H：實際揚程，每一層樓設定為 3 m。

He：動水壓、水龍頭之剩餘水頭、溫水器之動水壓以 5 m 為準。

H2：配水小管之損失、實測值與管網模式之推估。

Ho：配水本管之引出點必要水壓（h1+H+He+h2）之推算。

Ho'：基準值（設施整備），小數點以下第一位採四捨五入。

從以上之檢討結果可看出，若以直壓給水區域供應全體增壓之方法，則配水本管之必要有效水頭是不可缺少的。但是，配水管路之耐壓、運轉經費之增加、設施改善早期實現之困難性、漏水量可能增加、造成能源之浪費等，皆是必須考慮及深入研究之問題，且相關給水管徑之決定，將影響增壓給水問題。（如圖-5）

因此，考慮以三樓及超過三樓之部分，採用增壓給水設備之方法。此方式 1. 受水池、高置水池之設置空間可以省去不用，2. 配水管水壓可以有效利用，是省能源之系統，其特徵是對使用者有較多之優點的給水系統。

因此，以三層樓作比較，或超過三層樓建築物之給水方式，主要仍是採用以下三種方式，以圖-6 示之。

(1) 單一方式

建築物全體採用增壓泵浦給水之增壓直接給水方式。

(2) 複合併用方式

直壓給水提供一樓與一樓以下樓層給水，二樓以上之樓層部分是與給水配管系統分離，以增壓泵浦給水方式供水。

(3) 高置水池方式

設置增壓泵浦向水塔送水，以自然流下給水方式提供自來水。

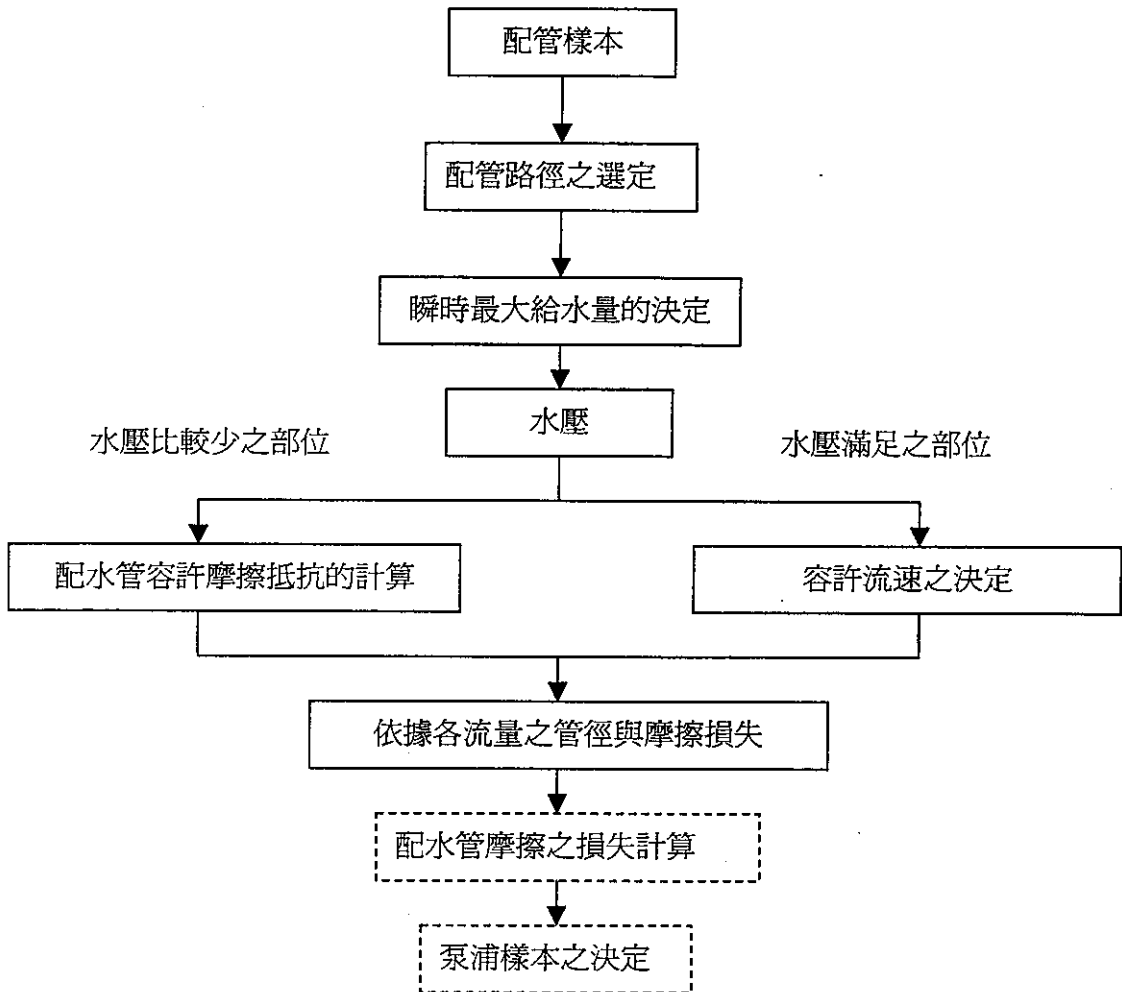


圖-5 管徑決定之流程

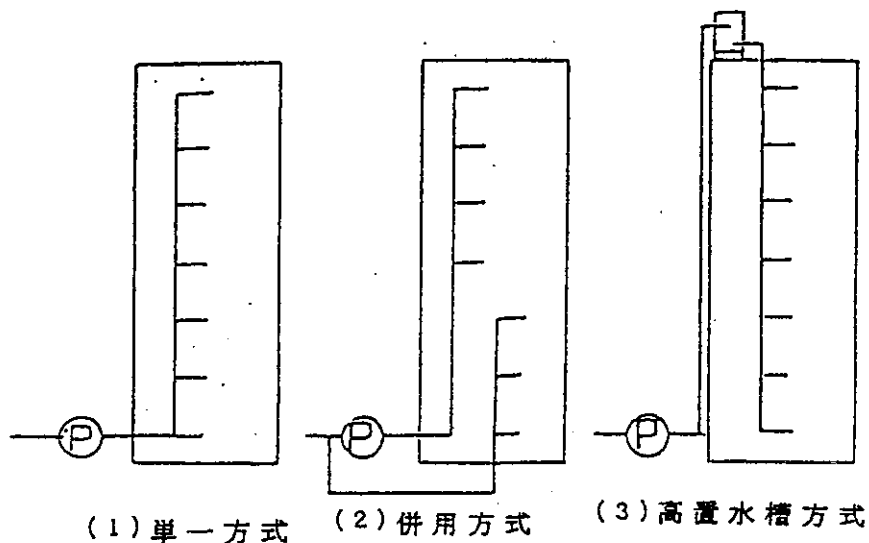


圖-6 增壓給水式意圖

六.增壓直接水方式之優缺點探討

增壓直接給水方式之優點有：

- (1) 從淨水場送出之安全可口之水，不經由受水池能直接給水。
- (2) 不需要受水池之點檢、清掃等，不必擔心水質會惡化。
- (3) 可不需受水池，節省建築空間。
- (4) 有效利用配水管之水壓，可節省能源。
- (5) 若能穩定正常供水，則可謂優良給水設備。

其缺點是：

- (1) 配水管施工或意外災害造成斷水之時，缺少具有貯水功能之受水池。
- (2) 因為醫院、學校平常時需有固定量之貯水設備，受水池給水方式或併用式反而較適用。

因此選定何種給水方式，要考慮增壓直接給水、受水池式及併用式之使用特性。若考慮可能重大災情發生時，例如東京都震災非常時為達到飲水之確保，主要是於淨水場或給水所及廣域救難中心設置緊急給水設施，每處間隔距離約 2 公里，共設置 178 所給水點，緊急事間時仍能確保 97 萬噸之飲用水。

第四章 給水方式選定之探討

各種給水方式之使用範圍，部分有以下限制，必須十分慎重。

一. 不適用直接給水方式之建築物

平常時用水量一旦遇到停水時會造成重大影響，使用水量變動較大之相關設施，或建築物、配水管水壓過低可能低於 $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 之處，以及有關危險化學物處理、製造、加工、貯藏之工廠、生化研究室等不適宜使用直接給水方式。假設是使用所提供給自來水於以下行業，例如：清潔、攝影、印刷、製版、石油處理染色、食品加工、染織等，以及工程現場及展示設施等等皆不適用直接給水方式。

二. 受水池給水方式適用之場合

配水管之水壓常變動之處，平常時需有足夠之水壓、水量相配合，則受水池方式才能適用；而且當必須要使用大量水之構造物，或是平常時水量固定供給是必須且不允許斷水，爲了避免造成給水困難，則必須要有貯留設施；因此適用受水池給水方式之地方有，例如：醫院、學校、旅館、百貨公司等建築設備及使用食品冷凍機設施等，或當配水管之施工需斷水之場合；直接給水方式是爲了避免造成水質嚴重的損害，平常時雖然是採用直接給水方式，但受水池方式在特定建築物仍屬必要，其與增壓直接給水、直壓直接給水之優缺點比較示如表-2。

表-2 增壓直接給水方式與受水池方式的優缺點

給水方式	優點	缺點
增壓直接給水方式	<ul style="list-style-type: none">● 因不需採用受水池及水塔，故可以節省空間，同時可以減免受水池檢查及清掃等管理費● 能有效利用配水管水壓而節省能源	<ul style="list-style-type: none">● 因不設受水池，在自來水施工或事故發生時會發生斷水或減少供水，需要考慮因應對策
受水池間接給水方式	<ul style="list-style-type: none">● 因設受水池而具有貯水功能，因此自來水工程施工或發生事故，而發生斷水或減少供水時，仍能確保一定量之生活用水	<ul style="list-style-type: none">● 如疏忽貯水池之檢視或清掃，水質會惡化● 因注水入受水池而導致壓力釋放，故無有效利用能源，浪費部分水頭，浪費空間使用

複合直接給水方式	<ul style="list-style-type: none"> ● 綜合增壓直接給水與受水池間接給水方式之優點，可省空間，避免遭受化糞池或污水污染，節省部分能源。確保衛生安全 ● 緊急時，可供戰備水池應用 	<ul style="list-style-type: none"> ● 因為設水池或水塔而占用部分空間，能源由用戶部分負擔，必須定期清洗水或水塔，以確保水質安全
----------	---	--

三. 增壓給水設備之處理

增壓直接給水方式，從配水管經接合管引進來之給水管，將配水壓充分應用，並以增壓泵浦設備（增壓給水設備）直接給水，而能不影響配水管壓力，是考量若配水壓無法有效直接給水到中高樓層之給水方法。

增壓給水設備是包含：增壓泵浦、逆流防止用機器、控制裝置等組成，原則上有固定格式，其適用條件及考慮因素如下：

- (1) 對象建築物：水表口徑在 50mm 以下之建築物，因給水技術已克服，亦可適用於中高層建築物。
- (2) 不適用於：製造毒物、劇毒物及藥品等危險之化學物質處理加工或貯藏之工廠、事業所，若其為給水用，則不適用。
- (3) 適用受水槽給水方式：一時需使用多量水之建築物，又當平常時能供給一定量自來水，斷水時則可能造成建築物給水重大影響，由於一定需有貯水機能，則需用受水池給水方式。

第五章 有關增壓給水設備探討

增壓給水設備，是由增壓泵浦、控制裝置、逆流防止用機器等構成，日本企圖使東京都整體皆採用此種給水設備，尤其是若有給水限制時則能公平給水，且原則上均全部採用經認證之器具設備，才可確保供水品質。

一. 逆流之防止

通常直接給水建築物之樓層很高，若配水管水壓忽然降低時，從給水管裝置回流到配水管之逆流危險性也相對昇高。

減壓式逆流防止器是利用受水池之出水空間，可信度較高，在增壓給水設備之後的配管內，各樓層皆設置逆止閥。(如圖-7)

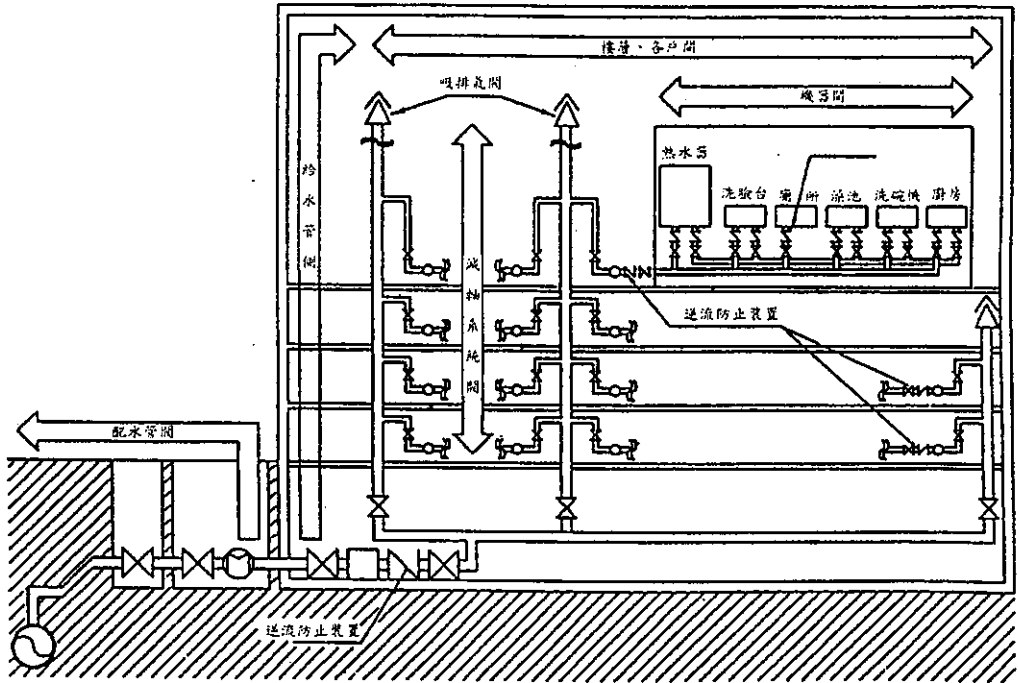


圖-7 逆流防止裝置之設置場所的圖例

二. 控制裝置機能

受配水管壓力影響與給水條件公平性考慮下，配水壓低下時，進水配水管管心之壓力水平換算值在 $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下之場合時，泵浦設備之控制將自動停止設定，當恢復 $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上時自動復歸，當然其限制值可以依使用者變更。

三. 水表

增壓直接給水方式與受水池方式不同，由於沒有貯留功能，若水表汰換時，若建築物全體將停水，使用者用水將受到極大影響，因此原則上水表替換時，採用旁通方式給水，可避免斷水之困境，旁通方式如圖-8 所示。

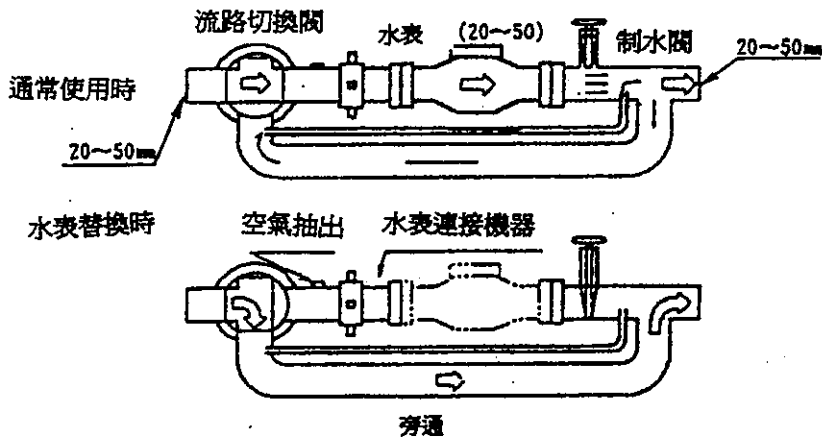


圖-8 水表旁通單元構造概念圖

四. 水表旁通之設置

- (1) 總表更換時，爲了避免斷水影響，原則上設置水表旁通單元，於水表更換時可用旁通通水，可避免斷水。
- (2) 水表旁通單元設備原則上必須全都是經過認證品質。
- (3) 一戶住宅設置增壓給水設備時，幾乎不會斷水。
- (4) 應在水表旁通單元直接上游側，設置制水閥。

五. 增壓泵浦直接給水設備

1. 增壓給水設備是由增壓泵浦、控制設備及逆流防止器等構成，設備需合乎中華民國 CNS 標準規格認定。
2. 增壓給水設備之口徑與水表口徑相同。
3. 增壓給水設備之設置位置，考慮水表下游側保全檢查修理時，確保有足夠之空間，且必須考慮維護保養管理時之排水處理。
4. 逆流防止用機械原則上採用減壓式逆流防止器。
5. 減壓式逆流防止器設置時，從出水口排水時，增壓給水設備是否應沉沒水中，則需考慮排水處理方式。
6. 配水壓降低時，進水壓力從配水管之管中心換算之值，在 $0.7\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下之場合，則泵浦設備控制將自動停止。當超過 $1.0\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上達復歸之場合時，則設備自動復歸。
7. 泵浦自動停止之設定值，不可爲負壓，必須滿足下式，其參考圖如圖-9。

$$0 \leq 7 - H \leq P$$

H：從配水小管管中心到設備設置位置之垂直高

P：增壓給水設備進口側之泵浦停止設定值

上示 (1) $H \leq 7$ (2) $P \geq 7 - H$ (3) $P \geq 0$

依據增壓給水設備之設置位置，設定值概示如表-3。

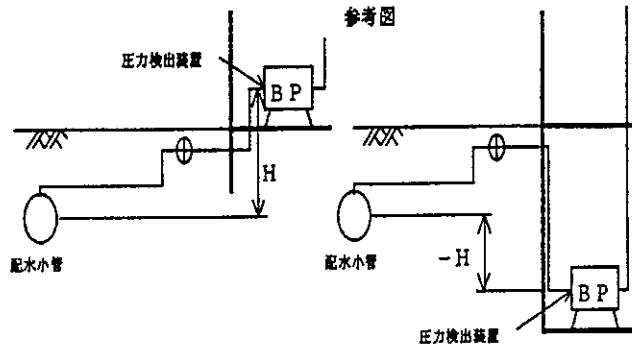


圖-9 增壓泵浦與配水小管之設置關係圖

表-3 增壓泵浦與配水小管之設置概示表

設置位置	從配水管的高度起(H)	設定值
二樓	約 4.5	0.25kgf/cm ² 以上
一樓	約 1.5	0.55kgf/cm ² 以上
地下室	約 -1.5	0.85kgf/cm ² 以上

第六章 結論與建議

6.1 結論

自來水給水方式包含有直接給水方式、增壓直接給水方式、受水池給水方式及複合併用式等類型，各有其優缺點，並因建築物使用目的不同（住戶、辦公室、機關、學校、醫院..）必須詳加考慮採用不同之給水方式，尤其是在新開發地區，確保規劃自來水水壓夠高及穩定，則增壓直接給水可提供多項益處，特別是供應清潔可口之自來水，免設受水池，除可節省空間外並可防止污染。

增壓直接給水在國外已實施多年，充分利用配水管內動水壓，除了可節約能源外，並且確保正壓供水，減少水池水塔、避免受到污染，此為正壓密閉系統，除了可

以減少水池水塔設置空間，並可減少國家整體能源與資源；用戶若是要先使用複合式給水，或許是為一時之階段任務，但其重要性亦非比尋常，可能會對正壓密閉供水影響一時，因自來水流入屋頂水塔可能受到污染；因此決策者必須有長遠之眼光，作深層的考慮為自來水奠定良好之基石，直接給水主要是為了市民健康及節約總體能源而著想，將進一步努力研究。

6.2 建議

- (1) 深入了解各種給水方式之優缺點及使用時機。
- (2) 訂定各種給水方式使用規範。
- (3) 提供實用且經濟之給水方式給新用戶參考、既有用戶改善之方法，其經費推估及使用費用大眾化。
- (4) 增壓直接給水設備設置地點之詳加考慮與配套設計。
- (5) 充分利用配水池（大型蓄水池）預備增壓給水用戶因施工停水或枯旱無水缺水可用時暫時緊急供水。
- (6) 推廣增壓給水之概念，使廠商與用戶了解，此亦是生飲計劃有效推廣之一種方法。
- (7) 本國之自來水供應與需求大環境之考慮，壓力區劃均等化之探討，並與生飲計劃有效配合及推廣。
- (8) 所有增壓給水設備必須經國家標準 CNS 認證，並鼓勵廠商研發安全可靠，價格大眾化之產品。
- (9) 研討用戶給水設備改善為增壓給水設備時，亦是否可考慮取消地面水池保存屋頂水塔之併用式給水方式，應較能防止污染。
- (10) 調查廠商及用戶用水建議，對現有給水方式之滿意度與需再改善之處，以確實達到客戶滿意，以客為尊之服務鐘宗。

參考文獻

1. 台北自來水事業處，臺北市五樓以下建築物直接供水之研究，民國 79 年 6 月。
2. 東京都水道局，指定給水裝置工事事業者工事施行要領，平成 12 年 7 月。
3. 中高層建物への直結給水擴大の技術検討。
4. 台北自來水事業處，高層建築物用水設備規範探討，民國 78 年 6 月。
5. 東京都水道局，東京都之增壓直結給水方式。
6. 內政部建築研究所，建築物給排水衛生設備配管系統之研究，民國 80 年 3 月。
7. 水道管路技術センター，管路 近代化 目指して一直接給水の擴大，平成 7 年 3 月。
8. 水道管技術研究センター，直接給水システム導入ガイドラインとその解説，平成 9 年 8 月。